



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002185808 A

(43) Date of publication of application: 28.06.02

(51) Int. Cl. H04N 1/60  
G06T 1/00  
G06T 7/00  
H04N 1/46

(21) Application number: 2000384458

(71) Applicant: RICOH CO LTD

(22) Date of filing: 18.12.00

(72) Inventor: HINO MAKOTO

(54) ACHROMATIC COLOR DISCRIMINATION METHOD, COLOR ADJUSTMENT METHOD, COLOR IMAGE OUTPUT DEVICE, AND COMPUTER- READABLE RECORDING MEDIUM WITH PROGRAM FOR MAKING COMPUTER EXECUTE THE ACHROMATIC COLOR DISCRIMINATION METHOD OR THE COLOR ADJUSTMENT METHOD RECORDED THEREON

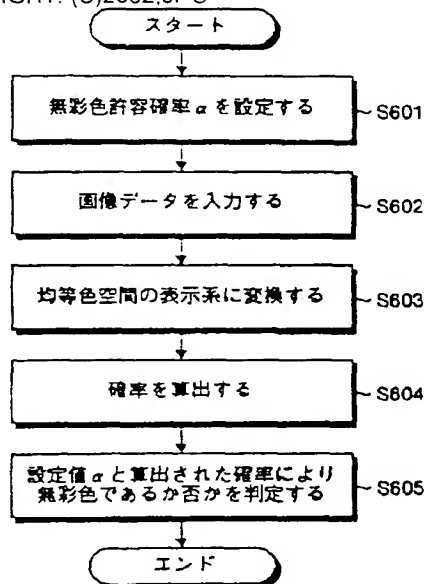
characteristics of human beings into account.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an achromatic color discrimination method that discriminates an achromatic color, in matching with the visual characteristics of human beings.

SOLUTION: The achromatic color discrimination method discriminates whether image data belong to a range permitted as an achromatic color, on the basis of the probability calculated by a Sigmoid function, where the image data are variables. Namely, this method adopts the probability expression employing the sigmoid function to discriminate whether the image data reside in the range permitted as the achromatic color. Thus, the method can discriminate whether the image data have the achromatic color, while taking the visual



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-185808

(P2002-185808A)

(43) 公開日 平成14年6月28日 (2002.6.28)

(51) Int.Cl.	識別記号	F I	シメーソ (参考)
H 0 4 N 1/60		G 0 6 T 1/00	5 1 0 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	5 1 0	7/00	1 0 0 D 5 C 0 7 7
7/00	1 0 0	H 0 4 N 1/40	D 5 C 0 7 9
H 0 4 N 1/46		1/46	Z 5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数25 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2000-384458 (P2000-384458)

(22) 出願日 平成12年12月18日 (2000.12.18)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 日野 真

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式

会社リコー内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

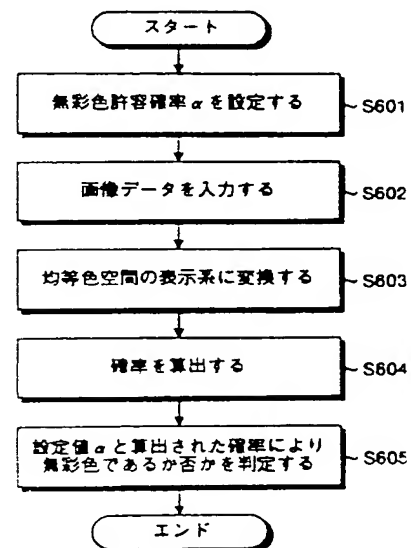
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無彩色判定方法、色調整方法、カラー画像出力装置、および、無彩色判定方法もしくは色調整方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 人間の視覚特性に合致した無彩色の判定を行うこと。

【解決手段】 無彩色判定方法は、無彩色として許容される範囲に画像データが属するか否かを、画像データを変数とするシグモイド関数により算出された確率により判定する。すなわち、この方法は、シグモイド関数を用いた確率表現により、画像データが無彩色として許容される範囲内にあるかを判定する。これにより、人間の視覚特性を考慮しつつ画像データが無彩色であるか否かを判定することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 無彩色として許容される範囲に画像データが属するか否かを、画像データを変数とするシグモイド関数により算出された確率により判定することを特徴とする無彩色判定方法。

【請求項2】 前記シグモイド関数は、 $P(x) = 1 - (1 / (1 + \exp(-x)))$  であり、

$x$ は、画像データを均等色空間の座標系を用いた場合に  $x = r_1 a^{*2} + r_2 a^* + r_3 b^{*2} + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$  (但し、 $L^*$ は画像データを同空間で明度指数を、 $a^*$ は同空間で緑から赤への変化を示す色質指数を、 $b^*$ は同空間で青から黄への変化を示す色質指数を表す変数であり、 $r_1 \sim r_6$ は定数係数であって  $r_1, r_3, r_5$  はいずれも正であるとする) と表される変数であることを特徴とする請求項1に記載の無彩色判定方法。

【請求項3】 前記定数係数  $r_1$  と  $r_3$  は、 $\sqrt{r_1}$  と  $\sqrt{r_3}$  の比が略2対1の関係にあることを特徴とする請求項2に記載の無彩色判定方法。

【請求項4】 前記定数係数  $r_1, r_2, r_3, r_4$  は、 $(r_2/r_1) < 0, (r_4/r_3) > 0$  の関係にあることを特徴とする請求項3に記載の無彩色判定方法。

【請求項5】 前記シグモイド関数  $P(x)$  により算出される確率を  $P = \alpha$  と設定し、当該設定に基づき決定される楕円放物面  $P^{-1}(\alpha) = r_1 a^{*2} + r_2 a^* + r_3 b^{*2} + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$  を、明度指数  $L^*$  を定数と見なし得られる楕円から同一長軸および同一短軸をもつ楕円に変換して表示し、もしくは、同一半径の円に変換して表示し、

入力した画像データを当該変換された平面上の対応する位置にプロットし、その位置に基づいて、当該画像データが確率  $\alpha$  で無彩色として許容される範囲内に属するか否かを判定することを特徴とする請求項2、3または4に記載の無彩色判定方法。

【請求項6】 画像データを入力する入力工程と、前記入力工程により入力された画像データを均等色空間の表色系に変換する変換工程と、ある画像データを無彩色と判定する人の  $\alpha\%$  がいるとする、前記均等色空間上での画像データの領域を設定する設定工程と、

前記変換工程により変換された画像データが前記設定工程により設定された領域内にあるか否かにより、前記入力工程により入力された画像データが無彩色であるか否かを判定する判定工程と、

を含んだことを特徴とする無彩色判定方法。

【請求項7】 前記設定工程により設定される画像データの領域は、

楕円放物面  $P^{-1}(\alpha/100) = r_1 a^{*2} + r_2 a^* + r_3 b^{*2} + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$  (但し関数  $P$  はシグモイド関数  $P(x) = 1 - (1 / (1 + \exp(-x)))$ ) であり、 $L^*$  は画像データを前記均等色空間で明度指数

を、 $a^*$  は同空間で緑から赤への変化を示す色質指数を、 $b^*$  は同空間で青から黄への変化を示す色質指数を表す変数であり、 $r_1 \sim r_6$  は定数係数であって  $r_1, r_3, r_5$  はいずれも正であるとする) により表されることを特徴とする請求項6に記載の無彩色判定方法。

【請求項8】 前記定数係数  $r_1$  と  $r_3$  は、 $\sqrt{r_1}$  と  $\sqrt{r_3}$  の比が略2対1の関係にあることを特徴とする請求項7に記載の無彩色判定方法。

【請求項9】 前記定数係数  $r_1, r_2, r_3, r_4$  は、 $(r_2/r_1) < 0, (r_4/r_3) > 0$  の関係にあることを特徴とする請求項8に記載の無彩色判定方法。

【請求項10】 前記楕円放物面  $P^{-1}(\alpha/100) = r_1 a^{*2} + r_2 a^* + r_3 b^{*2} + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$  を、明度指数  $L^*$  を定数と見なし得られる楕円から同一長軸および同一短軸をもつ楕円に変換して表示し、もしくは、同一半径の円に変換して表示する表示工程と、前記入力工程により入力された画像データを、前記表示工程により変換されて表示された平面上の対応する位置にプロットするプロット工程と、を含んだことを特徴とする請求項7、8または9に記載の無彩色判定方法。

【請求項11】 画像データを入力する入力工程と、前記画像データ入力工程により入力された画像データを1つの明度指数  $L^*$  と2つの色質指数  $a^*$  および  $b^*$  からなる均等色空間の表色系に変換する変換工程と、前記変換工程により変換された画像データを確率式  $P(x) = 1 - (1 / (1 + \exp(-x)))$  (但し  $x = r_1 a^{*2} + r_2 a^* + r_3 b^{*2} + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$  ( $r_1 \sim r_6$  は所定の定数係数であって  $r_1, r_3, r_5$  はいずれも正であるとする)) に代入して当該画像データの無彩色度合いを算出する算出工程と、前記算出工程により算出された無彩色度合いに基づいて画像データの色質指数の変化量を決定する変化量決定工程と、前記変化量決定工程により決定された変化量に従って画像データを調整する調整工程と、を含んだことを特徴とする色調整方法。

【請求項12】 前記変化量決定工程では、明度指数方向を軸とした画像データの回転変換により色調を変化させ、当該回転角度を  $\Theta(L^*, a^*, b^*) = (1 - P(x(L^*, a^*, b^*))) \cdot \Theta_c$  ( $\Theta_c$  は定数) としたことを特徴とする請求項11に記載の色調整方法。

【請求項13】 前記変化量決定工程では、予め設定した一定値  $\alpha, \beta$  を用いて、 $P(x) > \alpha$  である場合には回転角を0とし、 $\beta \geq P(x)$  である場合には回転角を  $\Theta_c$  ( $\Theta_c$  は一定値)、

$\alpha \geq P(x) > \beta$  である場合には0から  $\Theta_c$  の間で選択される一定値とすることを特徴とする請求項11の色調整方法。

【請求項14】 カラー画像データを入力するカラー画像データ入力手段と、前記カラー画像データ入力手段により入力されたカラー画像データに基づいてカラー画像を出力するカラー画像出力手段と、を備えたカラー画像出力装置において、

無彩色を構成する基準信号を入力する基準信号入力手段と、

前記基準信号入力手段により入力された基準信号対し前記カラー画像出力手段により出力されたカラー画像の画像データを、均等色空間の表色系に変換する変換手段と、

ある画像データを無彩色と判定する人の $\alpha$ %がいるとする、前記均等色空間上での画像データの領域を設定する設定手段と、

前記変換手段により変換された画像データが前記設定手段により設定された領域内に入るように、カラー画像出力装置の出力を調整する出力調整手段と、

を備えたことを特徴とするカラー画像出力装置。

【請求項15】 前記設定手段により設定される画像データの領域は、

楕円放物面 $P^{-1}(\alpha/100) = r_1 a^{*2} + r_2 a^{*} + r_3 b^{*2} + r_4 b^{*} + r_5 L^{*} + r_6$  (但し関数 $P$ はシグモイド関数 $P(x) = 1 - (1 / (1 + \exp(-x)))$ ) であり、 $L^{*}$ は画像データを前記均等色空間で明度指数を、 $a^{*}$ は同空間で緑から赤への変化を示す色質指数を、 $b^{*}$ は同空間で青から黄への変化を示す色質指数を表す変数であり、 $r_1 \sim r_6$ は所定の定数係数であって $r_1, r_3, r_5$ はいずれも正であるとする)により表されることを特徴とする請求項14に記載のカラー画像出力装置。

【請求項16】 前記定数係数 $r_1$ と $r_3$ は、 $\sqrt{r_1}$ と $\sqrt{r_3}$ の比が略2対1の関係にあることを特徴とする請求項15に記載のカラー画像出力装置。

【請求項17】 前記定数係数 $r_1, r_2, r_3, r_4$ は、 $(r_2/r_1) < 0, (r_4/r_3) > 0$ の関係にあることを特徴とする請求項16に記載のカラー画像出力装置。

【請求項18】 前記カラー画像出力装置を、画像形成装置としたことを特徴とする請求項14～17のいずれか一つに記載のカラー画像出力装置。

【請求項19】 前記カラー画像出力装置を、画像表示装置としたことを特徴とする請求項14～17のいずれか一つに記載のカラー画像出力装置。

【請求項20】 前記カラー画像出力装置を、撮像装置もしくは画像読取装置としたことを特徴とする請求項14～17のいずれか一つに記載のカラー画像出力装置。

【請求項21】 前記無彩色を構成する基準信号はシアNC、マゼンタMおよびイエローYからなり、当該基準信号の関係を $C=M=Y$ としたことを特徴とする請求項14～20のいずれか一つに記載のカラー画像出力装

置。

【請求項22】 前記無彩色を構成する基準信号は赤R、緑G、青Bからなり、当該基準信号の関係を $R=G=B$ としたことを特徴とする請求項14～20のいずれか一つに記載のカラー画像出力装置。

【請求項23】 請求項1～5のいずれか一つに記載された無彩色判定方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして記録したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項24】 請求項6～10のいずれか一つに記載された無彩色判定方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして記録したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項25】 請求項11、12または13に記載された色調整方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして記録したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、無彩色判定方法、色調整方法、カラー画像出力装置、および、無彩色判定方法もしくは色調整方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関し、特に、シグモイド関数を用いた確率表現によって画像データが無彩色として許容される範囲に属するか否かを判定などする無彩色判定方法、色調整方法、カラー画像出力装置、および、無彩色判定方法もしくは色調整方法をコンピュータに実行させるプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、画像が無彩色であるか有彩色であるかを判定する様々な方法が案出されている。たとえば、 $L^{*}a^{*}b^{*}$ 均等空間を用いた無彩色の判定方法が知られている。 $L^{*}a^{*}b^{*}$ 色空間は、 $L^{*}$ 軸が明度指数(明度)を示し、 $a^{*}$ 軸が緑から赤を示す色質指数(色度もしくは色味)、 $b^{*}$ 軸が青から緑を示す色質指数の表色系である( $a^{*}$ 軸正方向に進むにつれて濃い赤、 $a^{*}$ 軸負方向に進むにつれて濃い緑、 $b^{*}$ 軸正方向に進むにつれて濃い黄、 $b^{*}$ 軸負方向に進むにつれて濃い青を示す)。この空間を用いれば、 $L^{*}$ 軸自体は無彩色であり、 $L^{*}$ 軸から離れるほど色味が強い色であることを示すので、 $L^{*}$ 軸から一定距離にある画像データを無彩色と判定もしくは決定することができる。

【0003】無彩色の判定方法を応用した技術として特開平8-79550号公報「画像処理装置」が知られている。この画像処理装置は、 $L^{*}a^{*}b^{*}$ 均等空間を用いることにより、無彩色近傍範囲に属するか否かを判定し、判定結果に応じて色調整の内容を変更する。これにより、各種の着色目の再現性を確保しつつ無彩色近傍の色を忠実に再現することができた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の技術では以下の問題点があった。一般的に、人の無彩色に対する知覚は、明度が高いほど敏感である。また、人の赤や緑方向への色づきに対しては、黄や青方向への色づきよりも敏感である。すなわち、ある淡い色づきに対しては、その明度が低いほど無彩色であると判定されやすく、また、その色づきが黄や青方向であるほど無彩色であると判定されやすい。従って、L\*軸から同じ距離である画像データであっても、その画像データの明度指数L\*や、色質指数a\*、b\*の値によっては、一様に無彩色と判定されるとは限らないという問題点があった。

【0005】実際、上述した特開平8-79550号公報に開示される技術では、この視覚特性を考慮した無彩色の判定がなされていない。すなわち、明度指数L\*は全く考慮されず、色質指数a\*、b\*のみを用いて算出される $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ による無彩色判定がなされている。従って、人間の知覚と合わず、無彩色領域とそうでない領域とで色調整を異ならせたことによる色調整効果を十分に得ることができないという問題点があった。換言すると、無彩色近傍の色についても有彩色に感じてしまうような色変動を与えてしまうことがあり、出力画像が不自然になってしまう場合が依然存在するという問題点があった。

【0006】また、従来の無彩色の判定は、L\*軸から一定距離以内にある場合には無彩色、それを越える場合は有彩色と、画一的に判断していた。一方、無彩色であるか有彩色であるかは人間の知覚に依存するので個人差がある。従って、ある画一的な範囲を設定して無彩色と判定しても、その判定の信頼性が低い場合があるという問題点があった。具体的には、実験者が無彩色と設定した領域内に画像データがあった場合でも、実際に多数の被験者に色がついているかいないかを判断させると、30%の被験者は色がついていると判断してしまう場合がある。従って、無彩色の領域を画一的に設定することに意味がない場合があるという問題点があった。

【0007】また、従来では、画像入力機器や画像出力機器の設定や調整が、人間の知覚に依存するという問題点があった。すなわち、この設定目標や調整目標は、本来定量的である必要があるが、従来では、段階見本等を用いた目視検査や測色計を用いて主観に依存する部分があるという問題点があった。つまり上述した個人差のために、製品検査者やサービスマンによっては設定や調整が不十分となってしまうたり、反対に、設定や調整の水準が高すぎて実際には十分耐用しうる部品や機器もしくは十分寿命がある部品や機器でも、破棄・交換等してしまうという問題点もあった。また、同一人であっても、体調等により設定や調整が影響を受け、十分な精度が得られないという問題点もあった。

【0008】本発明は上記に鑑みてなされたものであ

て、人間の視覚特性に合致した無彩色の判定を行うことを目的とする。

【0009】また、淡い色の調子を狂わすことなく、人間の視覚特性を考慮しつつ所望の色調整をおこなうことを目的とする。

【0010】また、カラー画像の入出力調整を客観的におこなうことができることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、請求項1に記載の無彩色判定方法は、無彩色として許容される範囲に画像データが属するか否かを、画像データを変数とするシグモイド関数により算出された確率により判定することを特徴とする。

【0012】すなわち、請求項1にかかる発明は、シグモイド関数を用いた確率表現により、画像データが無彩色として許容される範囲内にあるかを判定する。

【0013】また、請求項2に記載の無彩色判定方法は、請求項1に記載の無彩色判定方法において、前記シグモイド関数が、 $P(x) = 1 / (1 + \exp(-x))$ であり、xが、画像データを均等色空間の座標系を用いた場合に $x = r_1 a^2 + r_2 a^* + r_3 b^2 + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$ （但し、L\*は画像データを同空間で明度指数を、a\*は同空間で緑から赤への変化を示す色質指数を、b\*は同空間で青から黄への変化を示す色質指数を表す変数であり、 $r_1 \sim r_6$ は定数係数であって $r_1, r_3, r_5$ はいずれも正であるとする）と表される変数であることを特徴とする。

【0014】すなわち、請求項2にかかる発明は、均等色空間内で楕円放物面の大きさを示すxに従って、画像データが無彩色として許容されるか否かを確率表現することができる。

【0015】また、請求項3に記載の無彩色判定方法は、請求項2に記載の無彩色判定方法において、 $\sqrt{r_1}$ と $\sqrt{r_2}$ の比が略2対1の関係にあることを特徴とする。

【0016】すなわち、請求項3にかかる発明は、均等色空間内でb\*軸方向に広がった楕円放物面の大きさに従って、画像データが無彩色として許容されるか否かを確率表現することができる。

【0017】また、請求項4に記載の無彩色判定方法は、請求項3に記載の無彩色判定方法において、前記定数係数 $r_1, r_2, r_3, r_4$ が、 $(r_2/r_1) < 0$ 、 $(r_4/r_3) > 0$ の関係にあることを特徴とする。

【0018】すなわち、請求項4にかかる発明は、楕円放物面の中心軸がa\*b\*平面の第4象限を通過する。

【0019】また、請求項5に記載の無彩色判定方法は、請求項2、3または4に記載の無彩色判定方法において、前記シグモイド関数 $P(x)$ により算出される確率を $P = \alpha$ と設定し、当該設定に基づき決定される楕円放物面 $P^{-1}(\alpha) = r_1 a^2 + r_2 a^* + r_3 b^2 + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$

$+r_5L^*+r_6$ を、明度指数 $L^*$ を定数と見なし得られる楕円から同一長軸および同一短軸をもつ楕円に変換して表示し、もしくは、同一半径の円に変換して表示し、入力した画像データを当該変換された平面上の対応する位置にプロットし、その位置に基づいて、当該画像データが確率 $\alpha$ で無彩色として許容される範囲内に属するか否かを判定することを特徴とする。

【0020】すなわち、請求項5にかかる発明は、判定に用いられる楕円を明度に関わらず同一の楕円もしくは同一の円に変換する。

【0021】また、請求項6に記載の無彩色判定方法は、画像データを入力する入力工程と、前記入力工程により入力された画像データを均等色空間の表色系に変換する変換工程と、ある画像データを無彩色と判定する人の $\alpha\%$ がいるとする、前記均等色空間上での画像データの領域を設定する設定工程と、前記変換工程により変換された画像データが前記設定工程により設定された領域内にあるか否かにより、前記入力工程により入力された画像データが無彩色であるか否かを判定する判定工程と、を含んだことを特徴とする。

【0022】すなわち、請求項6にかかる発明は、確率表現を用いて画像データが無彩色であるか否かを判定することができる。

【0023】また、請求項7に記載の無彩色判定方法は、請求項6に記載の無彩色判定方法において、前記設定工程により設定される画像データの領域は、楕円放物面 $P^{-1}(\alpha/100)=r_1a^{*2}+r_2a^{*}+r_3b^{*2}+r_4b^{*}+r_5L^{*}+r_6$ （但し関数 $P$ はシグモイド関数 $P(x)=1/(1+e^{xp(-x)})$ ）であり、 $L^*$ は画像データを前記均等色空間で明度指数を、 $a^*$ は同空間で緑から赤への変化を示す色質指数を、 $b^*$ は同空間で青から黄への変化を示す色質指数を表す変数であり、 $r_1\sim r_6$ は定数係数であって $r_1, r_3, r_5$ はいずれも正であるとする）により表されることを特徴とする。

【0024】すなわち、請求項7にかかる発明は、楕円放物面により画像データの領域が設定される。

【0025】また、請求項8に記載の無彩色判定方法は、請求項7に記載の無彩色判定方法において、 $\sqrt{r_1}$ と $\sqrt{r_2}$ の比が略2対1の関係にあることを特徴とする。

【0026】すなわち、請求項8にかかる発明は、均等色空間内で $b^*$ 軸方向に広がった楕円放物面の大きさに従って、画像データが無彩色として許容されるか否かを確率表現することができる。

【0027】また、請求項9に記載の無彩色判定方法は、請求項8に記載の無彩色判定方法において、前記定数係数 $r_1, r_2, r_3, r_4$ が、 $(r_2/r_1)<0, (r_4/r_3)>0$ の関係にあることを特徴とする。

【0028】すなわち、請求項9にかかる発明は、楕円

放物面の中心軸が $a^*b^*$ 平面の第4象限を通過する。

【0029】また、請求項10に記載の無彩色判定方法は、請求項7、8または9に記載の無彩色判定方法において、前記楕円放物面 $P^{-1}(\alpha/100)=r_1a^{*2}+r_2a^{*}+r_3b^{*2}+r_4b^{*}+r_5L^{*}+r_6$ を、明度指数 $L^*$ を定数と見なし得られる楕円から同一長軸および同一短軸をもつ楕円に変換して表示し、もしくは、同一半径の円に変換して表示する表示工程と、前記入力工程により入力された画像データを、前記表示工程により変換されて表示された平面上の対応する位置にプロットするプロット工程と、を含んだことを特徴とする。

【0030】すなわち、請求項10にかかる発明は、判定に用いられる楕円を明度に関わらず同一の楕円もしくは同一の円に変換する。

【0031】また、請求項11に記載の色調整方法は、画像データを入力する入力工程と、前記画像データ入力工程により入力された画像データを1つの明度指数 $L^*$ と2つの色質指数 $a^*$ および $b^*$ からなる均等色空間の表色系に変換する変換工程と、前記変換工程により変換された画像データを確率式 $P(x)=1/(1+e^{xp(-x)})$ （但し $x=r_1a^{*2}+r_2a^{*}+r_3b^{*2}+r_4b^{*}+r_5L^{*}+r_6$ （ $r_1\sim r_6$ は所定の定数係数であって $r_1, r_3, r_5$ はいずれも正であるとする））に代入して当該画像データの無彩色度合いを算出する算出工程と、前記算出工程により算出された無彩色度合いに基づいて画像データの色質指数の変化量を決定する変化量決定工程と、前記変化量決定工程により決定された変化量に従って画像データを調整する調整工程と、を含んだことを特徴とする。

【0032】すなわち、請求項11にかかる発明は、確率表現に基づいて連続的な画像データの色調整をおこなうことができる。

【0033】また、請求項12に記載の色調整方法は、請求項11に記載の色調整方法において、前記変化量決定工程では、明度指数軸を中心とした画像データの回転変換により色調を変化させ、当該回転角度を $\Theta(L^*, a^*, b^*)=(1-P(x(L^*, a^*, b^*)))\Theta_c$ （ $\Theta_c$ は定数）としたことを特徴とする。

【0034】すなわち、請求項12にかかる発明は、無彩色であると判定される確率が高い画像データであるほど回転角度を小さくすることができる。

【0035】また、請求項13に記載の色調整方法は、請求項11の色調整方法において、前記変化量決定工程では、予め設定した一定値 $\alpha, \beta$ を用いて、 $P(x)>\alpha$ である場合には回転角を0とし、 $\beta\geq P(x)$ である場合には回転角を $\Theta_c$ （ $\Theta_c$ は一定値）とし、 $\alpha\geq P(x)>\beta$ である場合には0から $\Theta_c$ の間で選択される一定値とすることを特徴とする。

【0036】すなわち、請求項13にかかる発明は、簡単に色調整をおこなうことができる。

【0037】また、請求項14に記載のカラー画像出力装置は、カラー画像データを入力するカラー画像データ入力手段と、前記カラー画像データ入力手段により入力されたカラー画像データに基づいてカラー画像を出力するカラー画像出力手段と、を備えたカラー画像出力装置において、無彩色を構成する基準信号を入力する基準信号入力手段と、前記基準信号入力手段により入力された基準信号対し前記カラー画像出力手段により出力されたカラー画像の画像データを、均等色空間の表色系に変換する変換手段と、ある画像データを無彩色と判定する人の $\alpha\%$ がいるとする、前記均等色空間上での画像データの領域を設定する設定手段と、前記変換手段により変換された画像データが前記設定手段により設定された領域内に入るように、カラー画像出力装置の出力を調整する出力調整手段と、を備えたことを特徴とする。

【0038】すなわち、請求項14にかかる発明は、基準信号に基づいて出力された画像を入手することができる。

【0039】また、請求項15に記載のカラー画像出力装置は、請求項14に記載のカラー画像出力装置において、前記設定手段により設定される画像データの領域が、楕円放物面 $P^{-1}(\alpha/100) = r_1 a^* + r_2 a^* + r_3 b^* + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$ （但し関数 $P$ はシグモイド関数 $P(x) = 1 - (1 / (1 + \exp(-x)))$ ）であり、 $L^*$ は画像データを前記均等色空間で明度指数を、 $a^*$ は同空間で緑から赤への変化を示す色質指数を、 $b^*$ は同空間で青から黄への変化を示す色質指数を表す変数であり、 $r_1 \sim r_6$ は所定の定数係数であって $r_1, r_3, r_5$ はいずれも正であるとする）により表されることを特徴とする。

【0040】すなわち、請求項15にかかる発明は、楕円放物面により画像データの領域が設定される。

【0041】また、請求項16に記載のカラー画像出力装置は、請求項15に記載のカラー画像出力装置において、 $\text{sqr t}(r_1)$ と $\text{sqr t}(r_2)$ の比が略2対1の関係にあることを特徴とする。

【0042】すなわち、請求項16にかかる発明は、均等色空間内で $b^*$ 軸方向に広がった楕円放物面の大きさに従って、画像データが無彩色として許容されるか否かを確率表現することができる。

【0043】また、請求項17に記載のカラー画像出力装置は、請求項16に記載のカラー画像出力装置において、前記定数係数 $r_1, r_2, r_3, r_4$ が、 $(r_2/r_1) < 0, (r_4/r_3) > 0$ の関係にあることを特徴とする。

【0044】すなわち、請求項17にかかる発明は、楕円放物面の中心軸が $a^*b^*$ 平面の第4象限の所定の点を通る。

【0045】また、請求項18に記載のカラー画像出力装置は、請求項14～17のいずれか一つに記載のカラー

画像出力装置において、前記カラー画像出力装置を画像形成装置としたことを特徴とする。

【0046】すなわち、請求項18にかかる発明は、複写装置、プリンタ装置、ファクシミリ装置などの画像形成装置の色調整をおこなうことができる。

【0047】また、請求項19に記載のカラー画像出力装置は、請求項14～17のいずれか一つに記載のカラー画像出力装置において、前記カラー画像出力装置を、画像表示装置としたことを特徴とする。

【0048】すなわち、請求項19にかかる発明は、CRTモニタ、液晶モニタ、PDP等の画像表示装置の色調整をおこなうことができる。

【0049】また、請求項20に記載のカラー画像出力装置は、請求項14～17のいずれか一つに記載のカラー画像出力装置において、前記カラー画像出力装置を、撮像装置もしくは画像読取装置としたことを特徴とする。

【0050】すなわち、請求項20にかかる発明は、デジタルカメラなどの撮像装置やスキャナ装置などの画像読取装置の色調整をおこなうことができる。

【0051】また、請求項21に記載のカラー画像出力装置は、請求項14～20のいずれか一つに記載のカラー画像出力装置において、前記無彩色を構成する基準信号がシアンC、マゼンタMおよびイエローYからなり、当該基準信号の関係を $C=M=Y$ としたことを特徴とする。

【0052】すなわち、請求項21にかかる発明は、混ぜたときに無彩色となる基準信号を用いることにより、出力された画像がどの程度着色しているかを客観的に把握することができる。

【0053】また、請求項22に記載のカラー画像出力装置は、請求項14～20のいずれか一つに記載のカラー画像出力装置において、前記無彩色を構成する基準信号が赤R、緑G、青Bからなり、当該基準信号の関係を $R=G=B$ としたことを特徴とする。

【0054】すなわち、請求項22にかかる発明は、混ぜたときに無彩色となる基準信号を用いることにより、出力された画像がどの程度着色しているかを客観的に把握することができる。

【0055】また、請求項23に記載の発明は、請求項1～5のいずれか一つに記載された無彩色判定方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして記録したので、請求項1～5に記載の無彩色判定をコンピュータに実行させることができる。

【0056】また、請求項24に記載の発明は、請求項6～10のいずれか一つに記載された無彩色判定方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして記録したので、請求項6～10に記載の無彩色判定をコンピュータに実行させることができる。

【0057】また、請求項25に記載の発明は、請求項

10

20

30

40

50



11、12または13に記載された色調整方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして記録したので、請求項11、12または13に記載の色調整をコンピュータに実行させることができる。

【0058】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

実施の形態1. 実施の形態1では、まず、人間の無彩色に関する視覚特性が均等色空間でどのように表れるかを調べた実験について述べ、つづいて、その実験結果を用いた無彩色判定方法について説明する。

【0059】（実験の内容）人間の無彩色に関する視覚特性を調べるために、色づいたパッチ群を用いた主観評価実験をおこなった。まず、出力特性の安定した高精度画像出力装置を用いて、K（ブラック）版で作成された同一明度をもつ無彩色パッチ（基準パッチ）を複数作成した。この基準パッチにシアンC、マゼンタM、イエローYの色材を混色した。パッチ内では色は均一にして、混色量を次第に増加させて無彩色から次第に色づきを大きくしたパッチ群を6色相方向作成した。この6色相方向とは、シアンCーレッドR方向、マゼンタMーグリーンG方向、イエローYーブルーB方向である。

【0060】パッチの色を明度方向にも4段階に振り、6色相方向×4明度方向=24のパッチ群を作成した。ここで、明度は、均等色空間の明度指数 $L^*$ を用いて $L^*=84, 60, 50, 36$ と設定した。つぎに、各パッチ群ごとに基準パッチとの色差 $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ （パッチ群ごとに明度が一定なので、明度方向の差は0である）が小さいものから順に整列させた24本の\*

$$P(x) = 1 - (1 / (1 + \exp(-x))) \cdots (1)$$

$$x = r_1 a^2 + r_2 a^* + r_3 b^2 + r_4 b^* + r_5 L^2 + r_6 L^* + r_7 \cdots (2)$$

【0066】なお、 $r_1 \sim r_7$ は、ロジスティック判別分析により定められた定数係数であり、具体的には、

$r_1 = 0.5610006$ ,  $r_2 = -0.2716877$ ,  $r_3 = 0.1476342$ ,  $r_4 = 0.3791631$ ,  $r_5 = 0.0366831$ ,  $r_6 = 0.0366381$ ,  $r_7 = 0.0$

であった。

【0067】係数 $r_7 = 0$ であるので式(2)は、 $L^* a^* b^*$ 均等色空間で楕円放物面を示すことがわかる。すなわち、あるパッチに対して無彩色であると判定した人の $\alpha\%$ がいる領域は、楕円放物面 $P^{-1}(\alpha) = r_1 a^2 + r_2 a^* + r_3 b^2 + r_4 b^* + r_5 L^2 + r_6 L^*$ により表される。なお、ここでは説明の簡単のため%表示で表される数値は、確率 $P$ の値と同一とする。たとえば72%で表される72という数値と、確率 $C$ 、72で表される $C$ 、

\*ストリップを作成した。

【0061】主観評価実験は、図1に示すように行った。すなわち、被験者は、無彩色からなる均一濃度板101の開口102越しにストリップ103のパッチ104を順次観察し、無彩色であるか否かを判断する。ストリップ103中の各パッチ104には番号が付けられており、無彩色として許容できる境界のサンプルの番号を回答するように指示を与えた。

【0062】実験に用いたパッチ群の色度点を図2に示す。なお、図では、各パッチを均等色空間 $L^* a^* b^*$ 上で表示してある。ここで $L^*$ は前述したように明度指数 $L^*$ を示し、 $a^*$ 、 $b^*$ はそれぞれ、緑から赤への変化を示す色質指数（色味、色度）と、青から黄への変化を示す色質指数を示す。また、測定環境を図3に示す。図示したように、被験者15人で、各被験者について2回ずつ実験をおこなった。

【0063】無彩色であると許容される範囲にあるか否かを目的変数とし、各パッチを測色して得られた表色値（ $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ）を説明変数と扱い、許容の可否を判別するロジスティック判別分析をおこなった。

【0064】ロジスティック判別分析に基づき、無彩色であると許容される範囲に画像データが属するか否かを、つぎに示す確率で表現することができる（以降では、この確率を無彩色許容確率 $P$ と呼ぶこととする）。無彩色許容確率 $P$ は、具体的には、以下の式(1)により求めることができる。なお、 $P$ は確率であるので、0～1の範囲の値をとる。

【0065】

72の数値とを同一に扱うものとする。

【0068】図4は、図2に示したパッチ群を用いて、無彩色であると判定されたパッチの8割が含まれる楕円を、明度指数ごとに示した図である。ロジスティック判別分析により決定された定数係数の正負から明らかなように、図4に示した楕円群は楕円放物面を形成していることがわかる。図5は、この楕円放物面を概念的に示した模式図である。

【0069】定数係数を考慮して、この楕円放物面の性質を詳細に解析する。式(2)を、無彩色許容確率 $P(x) = \alpha$ として下式(3)のように変形することができる。

【0070】

【数1】



$$r_1 \cdot (a^* + A_0)^2 + r_3 \cdot (b^* + B_0)^2 = R \quad \dots (3)$$

但し、

$$A_0 = \frac{r_2}{2r_1}, B_0 = \frac{r_4}{2r_3}$$

$$R = \frac{1}{1-\alpha} \left\{ \frac{\alpha}{1-\alpha} \right\} - \left\{ (r_7 \cdot L^{*2} + r_5 \cdot L^* + r_6) - \left( \frac{r_2^2}{4r_1} \right) - \left( \frac{r_4^2}{4r_3} \right) \right\}$$

【0071】式(3)からわかるように、 $a^*$ 軸についての楕円軸の長さ、および、 $b^*$ 軸についての楕円軸の長さは、それぞれ、 $\sqrt{2R/r_1}$ 、 $\sqrt{2R/r_3}$ 、 $\sqrt{2R/r_3}$ である。楕円軸の長さの比は、およそ1:2であり、 $a^*$ 軸側に小さく、 $b^*$ 軸側に大きくなっていることがわかる。これは、無彩色か否かの許容に関して、 $a^*$ 軸方向には厳しく、 $b^*$ 軸方向には寛容であると従来定性的に知られていた結果を裏付けるものである。

【0072】ここで注目すべきは、従来と異なり式

(1)、式(2)もしくは式(3)は定量的に示されているという点である。無彩色として許容される範囲が、どのような軸比率をもった楕円であるかといったことは、この実験により初めて知見されたものである。また、従来では、明度指数 $L^*$ を考慮した、均等色空間内の、無彩色として許容される全形は知られておらず、本実験により初めて知見されたものである。

【0073】また、式(1)は、この視覚特性を無彩色許容確率 $P$ により表現している。すなわち、従来のように、 $a^*b^*$ 平面である境界(たとえば $L^*$ 軸から一定距離の円)を用いて、境界内であれば無彩色、境界外であれば有彩色と画一的な判定をするのではなく、本発明では確率表現により無彩色を表現可能にしている。換言すると、式(1)は、人間の感覚に合致した表現であるといえる。

【0074】また、楕円の中心( $a^*$ ,  $b^*$ ) = ( $-A_0$ ,  $-B_0$ ) = (0, 242, -1, 284)であり、無彩色として許容される領域の中心が均等色空間の原点ではなく、原点から青方向にずれた第4象限にあることがわった。従って、ロジスティック判別分析により定数係数の決定された式(2)を用いることにより、単に原点を中心にもった楕円放物面を用いるよりも、より人間の視覚特性に従って無彩色の判定をおこなうことができ

る。

【0075】なお、 $r_1 \sim r_7$ までの値は、上述した値そのものの他、この値から若干ずれた値も用いることができる。また、均等色空間は $L^*a^*b^*$ 表色系に限られることなく、 $L^*u^*v^*$ など他の表色系を用いてもよい。この場合もロジスティック判別分析を行って $r_1 \sim r_7$ の値を決定することができる。

【0076】(無彩色判定方法) つぎに、無彩色許容確率 $P$ を用いた無彩色判定方法を説明する。判定の方法には2種類ある。一つは、無彩色許容確率 $P$ を算出する式(1)にある画像データを代入し、その値からその画像データを無彩色として許容される範囲に属するか否かを判断する方法である。もう一つは、ある確率 $\alpha$ を設定しておいて、画像データを無彩色許容確率 $P$ を算出する式(1)に代入して、 $P < \alpha$ であればその画像データを無彩色と判定し、 $P > \alpha$ であればその画像データを有彩色と判定する方法である。ここでは後者について説明する。

【0077】図6は、無彩色判定方法の処理流れの一例を示したフローチャートである。まず、無彩色許容確率 $\alpha$ を設定する(ステップS601)。つぎに、判定したい画像データを入力する(ステップS602)。この画像データは、一つの画像データであってもよく、デジタルカメラ等の撮像装置やスキャナ装置等の画像読取装置から読み取った多数の画像データであってもよい。

【0078】ステップS602で入力された画像データを均等色空間の表色系に変換する(ステップS603)。たとえば、入力された画像データがRGB信号である場合には、下式(4)を用いて $L^*a^*b^*$ 表色系に変換することができる。

【0079】

【数2】

$$\begin{bmatrix} L^* \\ a^* \\ b^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} & a_{16} & a_{17} & a_{18} & a_{19} & a_{110} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} & a_{26} & a_{27} & a_{28} & a_{29} & a_{210} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} & a_{36} & a_{37} & a_{38} & a_{39} & a_{310} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \\ R^2 \\ G^2 \\ B^2 \\ R \cdot G \\ R \cdot B \\ G \cdot B \\ 1 \end{bmatrix} \quad \dots \dots (4)$$

【0080】つぎに、変換された画像データを用いて式(2)を用いて式(1)により確率を算出する(ステップS604)。最後に、ステップS601により設定された無彩色許容確率 $\alpha$ と、ステップS604により算出された確率を比較して無彩色と許容してよいか否かを判定する(ステップS605)。

【0081】なお、無彩色と判定して欲しい画像データがステップS604で有彩色と判定された場合には、この確率まで無彩色許容確率を大きく設定し直してもよい。たとえば、デジタルカメラから画像を構成する多数の画像データを入力し、肌色方向への微妙な色づきを維持したまま色調整おこなう場合には、この肌色の色づきを基準の画像データと設定して、得られた確率を基に画像データの有彩色無彩色を判定するようにしてもよい。なお色調整については後述する。

【0082】以上説明したように、実施の形態1の無彩色判定方法は、人間の視覚特性を考慮した楕円放物面により、画像データが無彩色であると許容される範囲内にあるか否かを判定する。この判定は、シグモイド関数を用いた確率表現に基づいている。従って、実施の形態1の無彩色判定方法は、画像データが無彩色であるかを、人間の感覚に沿って、定量的かつ客観的に判定することができる。

【0083】実施の形態2. つぎに、実施の形態1で示した無彩色判定方法を適用した無彩色判定装置について説明する。なお、実施の形態1で用いた用語、表現もしくは符号は、特に断らない限り実施の形態2でも同様に取扱う。

【0084】(無彩色判定装置700の内容) 図7は、無彩色判定装置の構成例を示したブロック図である。無彩色判定装置700は、画像データを入力する画像データ入力部701と、入力された画像データを均等色空間の表色系に変換する色彩値変換部702と、変換された表色系に基づいて式(1)および式(2)を用いて無彩色許容確率Pを算出する無彩色許容確率算出部703

と、算出された確率を基に無彩色判定をおこなう無彩色判定部704と、その結果を出力する結果出力部705と、その結果を表示する表示部706を有する。

【0085】つぎに、無彩色判定装置700の各部およびその他の構成部を詳細に説明する。画像データ入力部701は、被評価画像を読み取り、デジタルRGB信号を色彩値変換部702へ出力する。画像データ入力部701の読み取りはCCDカラーセンサを用いてもよいし、フォトダイオードとカラーフィルタを組み合わせたものを用いてもよい。いずれにしても、画像データ入力部701では、被評価画像のカラー特性を光電変換素子を用いて検出し、AD変換をおこなう。また必要に応じて、シェーディング補正し、その後、デジタル色信号(RGB信号)を出力する。なお、画像データ入力部701は、画像データを読み取るのではなく、たとえば、スキャナ装置などから直接デジタルRGB信号を入力してもよい。

【0086】色彩値変換部702は、画像データ入力部701から出力されたRGB信号を、均等色空間の画像データに変換する。具体的には、 $L^*a^*b^*$ 表色系や $L^*u^*v^*$ 表色系に変換する。変換に際しては、パラメータ記憶部707から読み出したパラメータを用いて、式(4)により変換する。このパラメータは、式(4)に表される行列の各因子 $a_{11} \sim a_{310}$ の計30個のパラメータである。パラメータは、無彩色判定装置700が使用される出力装置、たとえば、画像形成装置が使用する色材ごとに決定する。従って、パラメータ記憶部707は、複数の色材に対する変換パラメータを記憶し、被評価画像によって使い分けられるようにしてもよい。

【0087】また、出力装置が画像表示装置である場合は、その画像表示装置の出力特性に合わせて変換パラメータを記憶してもよい。なお、式(4)は、RGB信号から $L^*a^*b^*$ 信号への変換式の一例を示したものであり、この変換に限られるものではない。式(4)から明らかなように、 $L^*a^*b^*$ はR、G、Bの2次多項式と

して表されている。 $L^*a^*b^*$ とRGBとの対応を求めるために、すなわち、変換パラメータを求めるためには、複数のサンプルを用いて測定し、その結果を用いて式(4)による予測誤差が最小となるように各係数を決定することができる。

【0088】 $L^*a^*b^*$ からRGBへの変換は、RGEの1次式もしくはさらに高次の式を用いてもよいが、通常、2次または3次式程度の変換式を用いることにより十分な精度を得ることができる。また、入力された画像信号が三刺激値に相当した値である場合には、多項式近似をおこなわずに、CIE  $L^*a^*b^*$ 表色系の定義式に従って $L^*a^*b^*$ を算出してもよい。

【0089】無彩色許容確率算出部703は、色彩値変換部702により変換された $L^*a^*b^*$ の値を用いて、式(1)および式(2)により無彩色許容確率Pを算出する。無彩色判定部704は、無彩色許容確率Pと設定値 $\alpha$ の大小を比較し、 $P > \alpha$ であるならば無彩色、 $P \leq \alpha$ であれば有彩色と判定をおこなう。この設定値 $\alpha$ は、判定条件設定部708を介して、予めユーザまたは設計者が設定する。設定された値は判定条件記憶部709に記憶しておき、適宜無彩色判定部704からの参照要求に従って値を判定する。

【0090】結果出力部705は、無彩色判定部704で判定された判定結果を出力する。表示部706は、必要に応じて、モニタやプリンタ等の表示装置に判定結果を表示する。

【0091】以上説明したように、実施の形態2の無彩色判定装置は、実施の形態1の無彩色判定方法を適用して、人間の感覚に合致した定量的な無彩色の判定をおこなうことができる。また、パラメータ記憶部を設けたことにより、出力機器に対応した無彩色の判定をおこなうことができる。

【0092】実施の形態3. 実施の形態3では、明度の違いによる楕円の大きさに依存せずに無彩色の判定が可能な無彩色判定装置について説明する。なお、実施の形態1もしくは実施の形態2で用いた用語、表現もしくは符号は、特に断らない限り実施の形態3でも、同様に取り扱うものとする。

【0093】(無彩色判定装置800の内容) 図8は、実施の形態3の無彩色判定装置の構成例を示したブロック図である。無彩色判定装置800は、無彩色判定装置700の構成に、座標変換部801と、表示部802と、逆関数算出部803と、を加えた構成となっている。

【0094】色彩値変換部702は、 $L^*a^*b^*$ 表色系の画像データに変換した後、無彩色許容確率算出部703に出力すると共に座標変換部801にも同一の画像データを出力する。座標変換部801は、下式(5)に従って、 $a^*$ 、 $b^*$ を変換する。

【0095】

【数3】

$$\begin{aligned} A &= \sqrt{\frac{F1}{R}} (a^* + A0) \\ B &= \sqrt{\frac{F2}{R}} (b^* + B0) \end{aligned} \quad \dots (5)$$

【0096】一方、逆関数算出部803は、判定条件記憶部709に記憶された確率 $\alpha$ の値をとる楕円放物面を算出する。すなわち、逆関数算出部803は、 $F^{-1}(\alpha)$ を与える( $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ )の組、換言すると、楕円放物面を決定する。つぎに、逆関数算出部803は、この楕円放物面を与える( $L^*$ 、 $a^*$ 、 $b^*$ )の組を座標変換部801に出力する。座標変換部801は、式(3)を変換式(5)に従って、AB平面内で下式(6)の様に単位円に変換する。

$$A^2 + B^2 = 1 \quad \dots (6)$$

【0097】すなわち、座標変換部801は、式(6)により $L^*a^*b^*$ 均等色空間で表現された無彩色許容確率 $P = \alpha$ を与える境界の楕円放物面が半径1の円に変換する。なお、座標変換部801は、半径1の円に限らず、一定半径の円もしくは一定の長軸短軸を持った楕円に変換しても良い。

【0098】表示部802は、AB平面上に単位円と、入力された画像データであって、式(5)によって変換されたデータとを表示する。この様な変換をおこなうことにより、無彩色判定装置800は、被評価画像の無彩色許容確率が $P > \alpha$ のときは、A-B平面上で半径1の円の内側にプロットし、 $P < \alpha$ のときは外側にプロットする。

【0099】式(6)から明らかなように、この単位円は明度指数 $L^*$ に依存しない。 $a^*b^*$ 座標系では無彩色許容確率 $P > \alpha$ となる領域は明度 $L^*$ に依存するため、異なる明度 $L^*$ をもつサンプルに対して、 $a^*b^*$ 座標上で無彩色か否かをグラフ表示することができない。しかし、AB座標系を用いるならば明度 $L^*$ が異なるサンプルに対しても無彩色許容確率 $P > \alpha$ を与える領域の境界が半径1の円となるので、AB座標原点からの距離として無彩色の度合いを読み取ることができる。

【0100】図9は、画像データをAB座標系でプロットした一例を示した図である。図中の円は無彩色許容確率 $\alpha$ であり、円の内側にプロットされたサンプルは無彩色として許容されることを示している。また、式(5)から明らかなように、AB座標系における色味は $a^*b^*$ 座標系のものとほとんど同じであるので、図9に示した測定点は無彩色から赤方向に色づいたサンプルであることが読み取ることができる。

【0101】以上説明したように、実施の形態3の無彩色判定装置は、 $L^*a^*b^*$ 色空間で同一確率を表す無彩色判定領域を所定の変換を施すことによって同一平面に表示することが可能となる。

【0102】実施の形態4. 実施の形態4では、式

(1) および式(2)に基づいて、自然な色調整をおこなうカラー画像出力装置について説明する。ここで、カラー画像出力装置とはカラー画像データを入力し、所定の処理をおこなったのちにカラー画像を出力する装置をいう。たとえば、その処理が記録紙等への画像形成処理であれば画像形成装置であり、その処理がCRTや液晶パネルへの表示処理であれば画像表示装置であり、その処理がデジタルカメラなどの撮像処理であれば撮像装置であり、デジタルデータの読取処理であれば画像読取装置である。

【0103】図10は、カラー画像出力装置を画像形成装置に適用した場合の当該画像形成装置の構成例を示した図である。カラー画像形成装置1000は、像担持体であるベルト状の感光体1001と、感光体1001を支持し矢印A方向に感光体1001を回動させる回転ローラ1002および1003と、感光体1001の外周部に配され、感光体1001を帯電する帯電手段である帯電装置1004と、除電ランプLと、感光体1001をクリーニングするクリーニングブレード1005と、を有する。

【0104】また、カラー画像形成装置1000は、帯電装置1004の下流位置に、光書込手段であるレーザ書込ユニット1006を有し、また、レーザ書込ユニット1006の下流位置には、複数色の現像ユニットが切り換え自在に支持された多色現像装置1007が配置されている。この現像ユニットとは、具体的には、収容するトナーの色ごとに構成された、イエロー現像ユニットY、マゼンタ現像ユニットM、シアン現像ユニットCである。また、多色現像装置1007の上部には、黒色トナーを収容したブラック現像ユニットBが備えられている。

【0105】各現像ユニットは、対応する色の現像タイミングに同期して現像可能な位置に移動する。具体的には、多色現像装置1007の場合は、120度ずつ回転することにより各色の現像ユニットが現像可能な位置に移動する。ブラック現像ユニットBの場合は、黒色を現像する場合には現像可能な位置まで感光体1001に近接し、反対に、多色現像装置1007が現像をおこなう場合は、感光体1001より離間した位置に移動する。なお、黒色現像ユニットBの移動は、カム1008の回転によりおこなわれる。

【0106】レーザ書込ユニット1006は、図示しないレーザ光源から複数色の画像形成信号、たとえば、図示しないスキヤナ装置から、原稿を読み取って出力されたRGB信号に基づくレーザ光を順次発生する。レーザ光は、ポリゴンモータ1009によって回転されるポリゴンミラー1010を用いてそのレーザ光を周期的に偏向され、fθレンズ1011およびミラー1012などを経て、帯電された感光体1001の表面を走査してその表面に静電潜像を形成させる。なお、入力されたRG

B信号に基づき駆動信号までの変換については後述する。

【0107】感光体1001の表面に形成される静電潜像は、対応する現像ユニットからのトナーによって現像され、トナー画像が形成・保持される。感光体1001上のトナー画像は、転写ブラシ(第1の転写手段)1013により中間転写ベルト1014の表面に転写される。中間転写ベルト1014は、回転ローラ1015および1016により矢印B方向に回動可能に支持されている。

【0108】感光体1001の表面は1色ごとにクリーニングブレード1005によりクリーニングされ、所定色のトナー画像が形成される。中間転写ベルト1014の表面は、1回動するごとに感光体1001上のトナー画像が同期して転写され、順次複数色のトナー画像が重ね合わせられる。全ての色を転写し終わると、このトナー画像は用紙やプラスチック等の記録媒体に転写される。

【0109】用紙への転写に際しては、給紙装置(給紙カセット)1017に収納されている用紙が給紙ローラ1018によって繰り出されて搬送ローラ1019により搬送され、レジストローラ対1020につき当てられた状態で一旦停止される。つぎに、トナー画像の転写位置が正しくなるようタイミングがとられて中間転写ベルト1014と転写ローラ(第2の転写手段)1021のニップに再搬送される。

【0110】再搬送された用紙は、転写ローラ1021の作用により中間転写ベルト1014上の複数色のトナー画像が一括転写された後、定着装置1022に送られ、そこでトナー像が定着された後、排紙ローラ対1023により本体フレーム1024の上部の排紙スタック部1025に排出される。

【0111】中間転写ベルト1014には、回転ローラ1015の部位に中間転写ベルト1014用のクリーニング装置1026が設けられ、クリーニングブレード1027がクリーニングブレード接離用アーム1028を介して接離自在の構成となっている。このクリーニングブレード1027は、感光体1001からトナー画像を受け取る工程では中間転写ベルト1014から離れ、中間転写ベルト1014より用紙にトナー画像が転写された後に接触し、用紙にトナー画像が転写された後の残留トナーをかきとる。

【0112】クリーニングブレード1005および1027がかきとった廃トナーは、回収容器1029に収納する。回収容器1029は適宜交換される。廃トナーの搬送は、クリーニング装置1026の内部に設けられたオーガ1037により、図示しない搬送手段で回収容器1029に送られる。

【0113】感光体1001、帯電装置1004、中間転写ベルト1014、クリーニング装置1026、用紙

10

20

30

40

50

搬送路を形成する搬送ガイド1030などは、ユニット化されたプロセスカートリッジ1031に一体に組み込まれ、寿命到来時に交換できるように構成されている。プロセスカートリッジ1031の交換のほかにも、多色現像装置1007、ブラック現像ユニットBなども寿命到来時に交換する。なお、プロセスカートリッジ1031の交換性やジャム紙の処理を容易にするため、本体の一部の前フレーム1032は支軸1033を中心に開閉可能に回転できる構造としてある。

【0114】また、カラー画像形成装置1000の内部には、入力された画像データに対して画像処理を施す画像処理部1100も収納されている。画像処理部1100の上方には、機内の温度過昇防止のために排風するファン1035が備えられている。また、プロセスカートリッジ1031の上方には、給紙装置1017とは別に、比較的小規模な給紙装置1036が備えられている。なお、この実施形態では、中間転写体として中間転写ベルト1014を使用した。これに限らず、たとえば中間転写ドラムを使用してもよい。

【0115】（カラー画像形成装置の画像処理部の内容）つぎに、多色画像形成装置の画像処理部について説明する。図11は、カラー画像形成装置の画像処理部の一例を示したブロック構成図である。画像処理部1100は、まず、画像入力部1101が画像データを入力し、RGB信号を出力する。使用の態様によっては画像入力部1101をスキャナ装置としてもよい。

【0116】AD変換器1102は、RGB信号を入力して、デジタル信号に変換し出力する。シェーディング補正部1103は、デジタル信号R、G、Bを入力し、画像データの入力元のばらつきやムラを補正して出力する。たとえば、入力元がスキャナ装置であった場合は、そのCCDイメージセンサの感度のバラツキ、光源の光量ムラによる歪等を補正して出力する。入力系γ補正部1104は、信号R、G、Bの階調特性を補正し出力する。

【0117】第一色変換部1105は上述した式(4)に基づいて色信号R、G、Bを、均等色空間、たとえば $L^*a^*b^*$ 表色系の画像データに変換し出力する。

【0118】色相出力部1106は、入力した画像データの全体的な色相を出力し、もしくは指定された一定範囲の色相を出力する。たとえば、全画像データもしくは適宜サンプリングされた画像データの平均値を出力してもよい。また、一定範囲に属する全画像データもしくはその中から適宜サンプリングされた画像データの平均値を出力してもよい。この平均値は、入力された画像が全体的にもっている色味もしくは指定された一定範囲の色味を示す。

【0119】なお、カラー画像形成装置1000の図示しない操作部に設けられた表示部に読み込んだ画像データを簡略表示し、一定範囲を指定するなどしてもよい。

たとえば、色相出力部1106で人物像の淡い肌色部分を指定してもよいし、背景の雲を指定してもよい。この様に基準データを設定しておくことにより、後述する色調整部での調整を簡便におこなうことができる。

【0120】無彩色判定部1107は、予め設定されている無彩色許容確率 $P=\alpha$ に従って、式(1)により、画像データが無彩色として許容される範囲に属するか否かを判定する。 $\alpha$ は後述する条件入力部1116から予め入力しておく。

【0121】色調整部1108は、色度信号( $a^*$ ,  $b^*$ )を適宜補正もしくは調整し、その結果を調整後信号( $a'^*$ ,  $b'^*$ )として出力する。たとえば、色調整部1108は、色相出力部1106で指定された範囲の画像データが、設定された無彩色許容確率 $\alpha$ より小さい場合に、色相変換をして色を調整する。

【0122】たとえば、色相変換の例として、下式(7)を用いて( $a^*$ ,  $b^*$ ) $\rightarrow$ ( $a'^*$ ,  $b'^*$ )の変換をおこなってもよい。

【0123】

【数4】

$$\begin{bmatrix} a'^* \\ b'^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a^* \\ b^* \end{bmatrix} \quad \dots (7)$$

【0124】 $\theta$ は回転角度である。なお、この変換は、式(5)による変換をおこなった後に施すこともできる。これにより、色の変化の調子をよりなめらかにすることができる。

【0125】一方、色相出力部1106で指定された範囲の画像データが、設定された無彩色許容確率 $\alpha$ より大きい場合は色調整部1108は色度信号( $a^*$ ,  $b^*$ )をそのまま出力する。また、指定された範囲内にのみ上記の処理をおこなってもよい。なお、 $L^*$ については、いずれの場合においても変換は施さない。

【0126】第二色変換部1109は、信号( $L^*$ ,  $a'^*$ ,  $b'^*$ )を減色系色信号Y(黄)、M(マゼンタ)、C(シアン)に変換し出力する。変換は下式(8)に従っておこなう。

【0127】

【数5】

$$\begin{bmatrix} Y \\ M \\ C \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} L^* \\ a'^* \\ b'^* \end{bmatrix} \quad \dots (8)$$

【0128】なお、式(8)中のマトリクスの各要素 $b_{11} \sim b_{33}$ を、色信号Y、M、Cの誤差が最も小さくなるように、実験により決定することができる。

【0129】墨版生成処理部1110は、第二色変換部1109からの色信号Y、M、Cから色信号黒Kを生成

し、色信号Y, M, C, Kを出力する。なお、使用の態様によってはKを生成しなくてもよい。デジタルフィルタ1111は、色信号Y, M, C, Kに対して所定のフィルタリング処理をおこなう。

【0130】出力系γ補正部1112は、色信号Y, M, C, Kの階調特性を補正する。中間調処理部1113は、色信号Y, M, C, Kのシャープネスを補正し出力する。画像出力部1114は、色信号Y, M, C, Kの濃度を各ページごとに記憶し、これら色信号の濃度に  
10 応じた強さの信号を、駆動信号変換部1115に送出する。

【0131】駆動信号変換部1115は、画像出力部1114から出力された画像データを駆動信号に変換し、ポリゴンモータ1009を駆動する。

【0132】なお、図示は省略するが、画像処理部1100は、CPUの制御により、これら各部、特に色相出力部1106、無彩色判定部1107および色調整部1108を制御する。条件入力部1116では、色相出力部1106の設定範囲や、無彩色判定部1107で使用するαがユーザによって入力される。

【0133】なお、条件入力部1116で、確率をα、\*

$$\Theta(L^*, a^*, b^*) = (1 - P(x(L^*, a^*, b^*))) \Theta_c \cdots (8)$$

(但し、 $\Theta_c$ は定数)とすると、無彩色として許容されるか否かが微妙な領域では、ほとんど色を変えることなく、かつ連続的に色を変化させることができる

【0137】図12は、式(8)により色相が連続的に変化する様子を説明する説明図である。図から明らかなように確率Pが大きな領域、すなわち、ほとんどの人が無彩色であると判定するような領域では色変換をおこなわず、Pが小さくなるに従って、すなわち、有彩色である  
30 と判定する人が多くなる領域に行くに従って連続的に画像データを変化させる。これにより、色変換結果の不連続性を避けることができ、得られた画像はより自然なものとなる。

【0138】以上説明したように、実施の形態3のカラー画像出力装置は、色の調子変化させつつ、かつ、無彩色であるか有彩色であるか微妙な領域で、色の段差が線となって表れるような不自然な色変換とならないように  
40 することが可能となる。

【0139】実施の形態5。実施の形態5では、グレー  
40 バランスを調整するカラー画像形成装置について説明する。実施の形態4の画像形成装置は、出力する画像の調整を主眼とし画像形成装置について説明したが、実施の形態5の画像形成装置は、画像形成装置自体の調整をおこなう点で相違する。なお、実施の形態5では、実施の形態4と重複する構成部分については同一の符号を付し、その説明を省略する。

【0140】図13は、実施の形態5のカラー画像形成装置のうち、特に画像処理部を示したブロック図である。カラー画像形成装置1300は、評価用画像データ  
50

\*βの2つ設定しておき、 $P(x(L^*, a^*, b^*)) > \alpha$ であれば回転角を0、 $\beta \geq P(x(L^*, a^*, b^*))$ であればであれば回転角を $\Theta$ 、 $\alpha \geq P(x(L^*, a^*, b^*)) > \beta$ であれば、 $0.5\Theta$ として式(6)の変換を施すように設定してもよい。

【0134】カラー画像形成装置1000を例に説明したように、ある確率で無彩色と知覚される領域に属する色とそうでない色とで異なる画像処理をおこなう際に、式(1)で算出される無彩色許容確率を用いて無彩色領域か否かの判別をおこなうことにより、判別対象色の色相や明度によらず一定の閾値を設定することができ、人間の知覚にあった判別および色調整が可能となる。

【0135】なお、色調整部1108がおこなう色調整を、無彩色許容確率の関数とすることもできる。これにより、色調整を無彩色と知覚される度合いに応じて連続的に変化させることができ、淡い色が変に色づいてしまわないようにすることができる。

【0136】たとえば、式(6)であたえられる回転角度 $\Theta$ を、無彩色許容確率Pの関数として、下式(8)を用いて算出することができる。

記憶部1301が装置のグレーバランス調整のための評価用画像パターンデータを記憶しておき、図示しない操作部から装置調整ボタンが押下された場合に、評価用画像パターンデータを、出力系γ補正部1112へ直接出力する。

【0141】この評価用パターンは、平均明度レベルがハイライトからダークレベルまで数段階に構成され、さらに、各明度レベルの中でC=M=Yを中心に適当な変動を加えたC、M、Yの組み合わせから構成される。

【0142】入力された画像データは、最終的に記録紙に記録され評価用画像パターンとして記録紙に記録され、排紙される。この記録紙は、図示しない読取装置により読み取られ、その画像データは画像入力部1101から再度入力される。

【0143】入力された画像データは、前述したようにAD変換器1102から第一色変換部1105までの処理が施され $L^*a^*b^*$ データに変換された出力される。つづいて、この画像データは、無彩色判定部1107に入力され、前述の(1)式により無彩色許容確率が算出される。この結果はグレーバランス調整部1302に出力される。

【0144】グレーバランス調整部1302は、各評価用パターンの無彩色許容確率と条件設定部で設定された設定値αを比較し、 $P > \alpha$  (αは定数)であるか否かを判定する。判定の結果、無彩色と判定されて欲しい画像データについて、 $P < \alpha$ であった場合、 $P > \alpha$ となるように、かかる明度レベルでのカラー画像形成装置1300の出力特性を調整する。たとえば、サンプルの色度値

$a^*$ 、 $b^*$ から算出される色相角 $h = \arctan(b^*/a^*)$ 、もしくは式(5)により算出される $A$ 、 $B$ を用いて求められる色相角 $H = \arctan(B/A)$ と無彩色許容確率 $P$ とから、 $C$ 、 $M$ 、 $Y$ 各色のガンマの修正量を算出し、算出した修正量を用いて新たな $\gamma$ テーブルを作成する方法が挙げられる。作成された $\gamma$ テーブルは、出力系 $\gamma$ 補正部112に設定されている $\gamma$ テーブルと置き換えられる。

【0145】以上のような調整をおこなうことにより、 $C=M=Y$ の入力信号に対して出力される画像の色が、無彩色許容確率 $P$ の領域に入るように出力装置のグレーバランスを調整することができる。なお、この説明では、基準信号を $CMY$ としたが、これに限ることなく、たとえば、 $R=G=B$ の関係にある $RGB$ 信号であってもよい。

【0146】実施の形態6. 実施の形態6では、無彩色許容確率 $P$ を用いた色覚検査表について説明する。実施の形態1から実施の形態5までに説明したように、無彩色許容確率 $P$ を用いることにより、無彩色と判定した人の $\alpha\%$ が含まれる淡い画像データを多数用いてモザイク模様を構成し、客観的に判定できる色覚検査表を得ることができる。

【0147】図14は、色覚検査表の一例を示した図である。図は、無彩色許容確率 $P=0.2$ で様々な方向へ色味を振ったものである。但し、この図の中央には文字「R」をデフォルメし、かつ、赤方向に微妙に着色した図形が構成されている。 $P=0.2$ であるので、この色覚検査表を見た人の8割は赤くRの文字が見え、2割の人にはRの文字が見えないように構成されている。

【0148】従って、この図形をみて無彩色と判定した人を、今度は、同様の図形で無彩色許容確率 $P=0.05$ に構成したものを見せて、精密に検査をおこなうことができる。この色覚検査表を用いることにより、どの色味方向への知覚が鋭いかもしくは鈍いかを判定することができる。特に全体を黄色方向に振った色覚検査表を用いることにより、加齢による水晶体もしくはレンズの黄ばみの度合いを測定することも可能になる。

【0149】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の無彩色判定方法(請求項1)は、無彩色として許容される範囲に画像データが属するか否かを、画像データを変数とするシグモイド関数により算出された確率により判定するので、シグモイド関数を用いた確率表現により、画像データが無彩色として許容される範囲内にあるかを判定することができ、これにより、人間の視覚特性に合致した無彩色の判定をおこなうことができる。

【0150】また、本発明の無彩色判定方法(請求項2)は、請求項1に記載の無彩色判定方法において、前記シグモイド関数が、 $P(x) = 1 - (1 / (1 + \exp(-x)))$ であり、 $x$ が、画像データを均等色空間

の座標系を用いた場合に $x = r_1 a^{*2} + r_2 a^* + r_3 b^{*2} + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$ (但し、 $L^*$ は画像データを同空間で明度指数を、 $a^*$ は同空間で緑から赤への変化を示す色質指数を、 $b^*$ は同空間で青から黄への変化を示す色質指数を表す変数であり、 $r_1 \sim r_6$ は定数係数であって $r_1$ 、 $r_3$ 、 $r_5$ はいずれも正であるとすると)と表される変数であるので、均等色空間内で楕円放物面の大きさを示す $x$ に従って、画像データが無彩色として許容されるか否かを確率表現でき、これにより、人間の視覚特性によりよく合致した無彩色の判定をおこなうことができる。

【0151】また、本発明の無彩色判定方法(請求項3)は、請求項2に記載の無彩色判定方法において、 $\sqrt{r_1}$ と $\sqrt{r_2}$ の比が略2対1の関係にあるので、均等色空間内で $b^*$ 軸方向に広がった楕円放物面の大きさに従って、画像データが無彩色として許容されるか否かを確率表現することができ、これにより、人間の視覚特性によりよく合致した無彩色の判定をおこなうことができる。

【0152】また、本発明の無彩色判定方法(請求項4)は、請求項3に記載の無彩色判定方法において、前記定数係数 $r_1$ 、 $r_2$ 、 $r_3$ 、 $r_4$ が、 $(r_2/r_1) < 0$ 、 $(r_4/r_3) > 0$ の関係にあるので、 $a^*b^*$ 平面の第4象限を通過する楕円放物面を用いることができ、これにより、人間の視覚特性によりよく合致した無彩色の判定をおこなうことができる。

【0153】また、本発明の無彩色判定方法(請求項5)は、請求項2、3または4に記載の無彩色判定方法において、前記シグモイド関数 $P(x)$ により算出される確率を $P = \alpha$ と設定し、当該設定に基づき決定される楕円放物面 $P^{-1}(\alpha) = r_1 a^{*2} + r_2 a^* + r_3 b^{*2} + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$ を、明度指数 $L^*$ を定数と見なして得られる楕円から同一長軸および同一短軸をもつ楕円に変換して表示し、もしくは、同一半径の円に変換して表示し、入力した画像データを当該変換された平面上の対応する位置にプロットし、その位置に基づいて、当該画像データが確率 $\alpha$ で無彩色として許容される範囲内に属するか否かを判定するので、判定に用いられる楕円を明度に関わらず同一の楕円もしくは同一の円に変換することができ、これにより、明度ごとに無彩色の判定をおこなわなくて済み、かつ、人間の視覚特性によりよく合致した無彩色の判定をおこなうことができる。

【0154】また、本発明の無彩色判定方法(請求項6)は、入力工程では画像データを入力し、変換工程では前記入力工程により入力された画像データを均等色空間の表色系に変換し、設定工程では、ある画像データが無彩色と判定する人の $\alpha\%$ がいるとする、前記均等色空間上での画像データの領域を設定し、判定工程では、前記変換工程により変換された画像データが前記設定工程により設定された領域内にあるか否かにより、前記入力



工程により入力された画像データが無彩色であるか否かを判定するので、確率表現を用いて画像データが無彩色であるか否かを判定することができ、これにより、人間の視覚特性に合致した無彩色の判定をおこなうことができる。

【0155】また、本発明の無彩色判定方法（請求項7）は、請求項6に記載の無彩色判定方法において、前記設定工程により設定される画像データの領域は、楕円放物面  $P^{-1}(\alpha/100) = r_1 a^*2 + r_2 a^* + r_3 b^*2 + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$ （但し関数  $P$  はシグモイド関数  $P(x) = 1 - (1 / (1 + \exp(-x)))$ ）であり、 $L^*$  は画像データを前記均等色空間で明度指数を、 $a^*$  は同空間で緑から赤への変化を示す色質指数を、 $b^*$  は同空間で青から黄への変化を示す色質指数を表す変数であり、 $r_1 \sim r_6$  は定数係数であって  $r_1, r_3, r_5$  はいずれも正であるとする）により表されるので、楕円放物面により画像データの領域が設定され、これにより、人間の視覚特性により合致した無彩色の判定をおこなうことができる。

【0156】また、本発明の無彩色判定方法（請求項8）は、請求項7に記載の無彩色判定方法において、 $\sqrt{r_1}$  と  $\sqrt{r_2}$  の比が略2対1の関係にあるので、均等色空間内で  $b^*$  軸方向に広がった楕円放物面の大きさに従って、画像データが無彩色として許容されるか否かを確率表現することができ、これにより、人間の視覚特性によりよく合致する無彩色の判定をおこなうことができる。

【0157】また、本発明の無彩色判定方法（請求項9）は、請求項8に記載の無彩色判定方法において、前記定数係数  $r_1, r_2, r_3, r_4$  が、 $(r_2/r_1) < 0$ 、 $(r_4/r_3) > 0$  の関係にあるので、中心軸が  $a^*b^*$  平面の第4象限を通過する楕円放物面を用いることができ、これにより、人間の視覚特性によりよく合致する無彩色の判定をおこなうことができる。

【0158】また、本発明の無彩色判定方法（請求項10）は、請求項7、8または9に記載の無彩色判定方法において、表示工程では、前記楕円放物面  $P^{-1}(\alpha/100) = r_1 a^*2 + r_2 a^* + r_3 b^*2 + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$  を、明度指数  $L^*$  を定数と見なして得られる楕円から同一長軸および同一短軸をもつ楕円に変換して表示し、もしくは、同一半径の円に変換して表示し、プロット工程では、前記入力工程により入力された画像データを、前記表示工程により変換されて表示された平面上の対応する位置にプロットするので、判定に用いられる楕円を明度に関わらず同一の楕円もしくは同一の円に変換し、これにより、明度ごとに無彩色の判定をおこなわなくて済み、かつ、人間の視覚特性によりよく合致する無彩色の判定をおこなうことができる。

【0159】また、本発明の色調整方法（請求項11）は、入力工程では画像データを入力し、変換工程では前

記画像データ入力工程により入力された画像データを1つの明度指数  $L^*$  と2つの色質指数  $a^*$  および  $b^*$  からなる均等色空間の表色系に変換し、算出工程では、前記変換工程により変換された画像データを確率式  $P(x) = 1 - (1 / (1 + \exp(-x)))$ （但し  $x = r_1 a^*2 + r_2 a^* + r_3 b^*2 + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$ 、 $r_1 \sim r_6$  は所定の定数係数であって  $r_1, r_3, r_5$  はいずれも正であるとする）に代入して当該画像データの無彩色度合いを算出し、変化量決定工程では前記算出工程により算出された無彩色度合いに基づいて画像データの色質指数の変化量を決定し、調整工程では前記変化量決定工程により決定された変化量に従って画像データを調整するので、確率表現に基づいて連続的な画像データの色調整をおこなうことができ、これにより、淡い色の調子を狂わすことなく、人間の視覚特性を考慮しつつ所望の色調整をおこなうことができる。

【0160】また、本発明の色調整方法（請求項12）は、請求項11に記載の色調整方法において、前記変化量決定工程では、明度指数軸を中心とした画像データの回転変換により色調を変化させ、当該回転角度を  $\Theta(L^*, a^*, b^*) = (1 - P(x(L^*, a^*, b^*))) \cdot \Theta_c$ （ $\Theta_c$  は定数）としたので、無彩色であると判定される確率が高い画像データであるほど回転角度を小さくすることができ、これにより、淡い色の調子を狂わすことなく、人間の視覚特性を考慮しつつ所望の色調整をおこなうことができる。

【0161】また、本発明の色調整方法（請求項13）は、請求項11の色調整方法において、前記変化量決定工程では、予め設定した一定値  $\alpha, \beta$  を用いて、 $P(x) > \alpha$  である場合には回転角を0とし、 $\beta \geq P(x)$  である場合には回転角を  $\Theta_c$ （ $\Theta_c$  は一定値）とし、 $\alpha \geq P(x) > \beta$  である場合には0から  $\Theta_c$  の間で選択される一定値としたので、簡便に色調整をおこなうことができ、これにより、淡い色の調子を狂わすことなく、人間の視覚特性を考慮しつつ所望の色調整をおこなうことができる。

【0162】また、本発明のカラー画像出力装置（請求項14）は、カラー画像データ入力手段がカラー画像データを入力し、カラー画像出力手段が前記カラー画像データ入力手段により入力されたカラー画像データに基づいてカラー画像を出力し、基準信号入力手段が無彩色を構成する基準信号を入力し、変換手段が、前記基準信号入力手段により入力された基準信号対し前記カラー画像出力手段により出力されたカラー画像の画像データを均等色空間の表色系に変換し、設定手段が、ある画像データを無彩色と判定する人の  $\alpha\%$  がいるとする、前記均等色空間上での画像データの領域を設定し、出力調整手段が、前記変換手段により変換された画像データが前記設定手段により設定された領域内に入るように、カラー画像出力装置の出力を調整するので、基準信号に基づいて

出力された画像を入手することができ、これにより、カラー画像の入出力調整を客観的におこなうことができる。

【0163】また、本発明のカラー画像出力装置（請求項15）は、請求項14に記載のカラー画像出力装置において、前記設定手段により設定される画像データの領域が、楕円放物面 $P^{-1}(\alpha/100) = r_1 a^*2 + r_2 a^* + r_3 b^*2 + r_4 b^* + r_5 L^* + r_6$ （但し関数 $P$ はシグモイド関数 $P(x) = 1 - (1 / (1 + \exp(-x)))$ ）であり、 $L^*$ は画像データを前記均等色空間で明度指数を、 $a^*$ は同空間で緑から赤への変化を示す色質指数を、 $b^*$ は同空間で青から黄への変化を示す色質指数を表す変数であり、 $r_1 \sim r_6$ は所定の定数係数であって $r_1, r_3, r_5$ はいずれも正であるとする）により表されるので、楕円放物面により画像データの領域が設定され、これにより、人間の感覚に合致させて、カラー画像の入出力調整を客観的におこなうことができる。

【0164】また、本発明のカラー画像出力装置（請求項16）は、請求項15に記載のカラー画像出力装置において、 $sqr t(r_1)$ と $sqr t(r_2)$ の比が略2対1の関係にあるので、均等色空間内で $b^*$ 軸方向に広がった楕円放物面の大きさに従って、画像データが無彩色として許容されるか否かを確率表現することができ、これにより、人間の視覚特性によりよく合致させて、カラー画像の入出力調整を客観的におこなうことができる。

【0165】また、本発明のカラー画像出力装置（請求項17）は、請求項16に記載のカラー画像出力装置において、前記定数係数 $r_1, r_2, r_3, r_4$ が、 $(r_2/r_1) < 0, (r_4/r_3) > 0$ の関係にあるので、楕円放物面の中心軸が $a^*b^*$ 平面の第4象限の所定の点を通過し、これにより、人間の視覚特性をよりよく合致させて、カラー画像の入出力調整を客観的におこなうことができる。

【0166】また、本発明のカラー画像出力装置（請求項18）は、請求項14～17のいずれか一つに記載のカラー画像出力装置において、前記カラー画像出力装置を画像形成装置としたので、人間の視覚特性に合致させてカラー画像の入出力調整を客観的におこなうことができる、複写装置、プリンタ装置、ファクシミリ装置などの画像形成装置を得ることができる。

【0167】また、本発明のカラー画像出力装置（請求項19）は、請求項14～17のいずれか一つに記載のカラー画像出力装置において、前記カラー画像出力装置を、画像表示装置としたので、人間の視覚特性に合致させてカラー画像の入出力調整を客観的におこなうことができる、CRTモニタ、液晶モニタ、PDP等の画像表示装置を得ることができる。

【0168】また、本発明のカラー画像出力装置（請求項20）は、請求項14～17のいずれか一つに記載の

カラー画像出力装置において、前記カラー画像出力装置を、撮像装置もしくは読取装置としたので、人間の視覚特性に合致させてカラー画像調整を客観的におこなうことができる、デジタルカメラなどの撮像装置やスキャナ装置などの画像読取装置を得ることができる。

【0169】また、本発明のカラー画像出力装置（請求項21）は、請求項14～20のいずれか一つに記載のカラー画像出力装置において、前記無彩色を構成する基準信号がシアンC、マゼンタMおよびイエローYからなり、当該基準信号の関係を $C=M=Y$ としたので、混ぜたときに無彩色となる基準信号を用いることにより、出力された画像がどの程度着色しているかを客観的に把握することができ、これにより、カラー画像出力装置の入出力特性を客観的に調整することができる。

【0170】また、本発明のカラー画像出力装置（請求項22）は、請求項14～20のいずれか一つに記載のカラー画像出力装置において、前記無彩色を構成する基準信号が赤R、緑G、青Bからなり、当該基準信号の関係を $R=G=B$ としたので、混ぜたときに無彩色となる基準信号を用いることにより、出力された画像データがどの程度着色しているかを客観的に把握することができ、これにより、カラー画像出力装置の出力特性を客観的に調整することができる。

【0171】また、請求項23に記載の発明は、請求項1～5のいずれか一つに記載された無彩色判定方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして記録したので、請求項1～5に記載の無彩色判定をコンピュータに実行させることができる。

【0172】また、請求項24に記載の発明は、請求項6～10のいずれか一つに記載された無彩色判定方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして記録したので、請求項6～10に記載の無彩色判定をコンピュータに実行させることができる。

【0173】また、請求項25に記載の発明は、請求項11、12または13に記載された色調整方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして記録したので、請求項11、12または13に記載の色調整をコンピュータに実行させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】無彩色であるか有彩色であるかを判断する主観評価実験を説明する図である。

【図2】主観評価実験に用いたパッチ群の色度点を示した図である。このうち(a)は明度指数 $L^*=84$ 、

(b)は明度指数 $L^*=60$ 、(c)は明度指数 $L^*=50$ 、(d)は明度指数 $L^*=36$ のパッチ群を示した図である。

【図3】主観評価実験の測定環境を示した図である。

【図4】図2に示したパッチ群を用いて、無彩色であると判定されたパッチの8割が含まれる楕円を、明度ごとに示した図である。

【図5】図4に示した楕円を均等色空間 $L^*a^*b^*$ 内で楕円放物面として表示した模式図である。

【図6】実施の形態1の無彩色判定方法の処理流れの一例を示したフローチャートである。

【図7】実施の形態2の無彩色判定装置の構成例を示したブロック図である。

【図8】実施の形態3の無彩色判定装置の構成例を示したブロック図である。

【図9】実施の形態3の無彩色判定装置で画像データをAB座標系でプロットした一例を示した図である。

【図10】カラー画像出力装置を画像形成装置に適用した場合の当該画像形成装置の構成例を示した図である。

【図11】カラー画像形成装置の画像処理部の一例を示したブロック構成図である。

【図12】式(8)により色相が連続的に変化する様子を説明する説明図である。

【図13】実施の形態5にかかるカラー画像形成装置のうち、特に画像処理部を示したブロック図である。

【図14】色覚検査表の一例を示した図である。

【符号の説明】

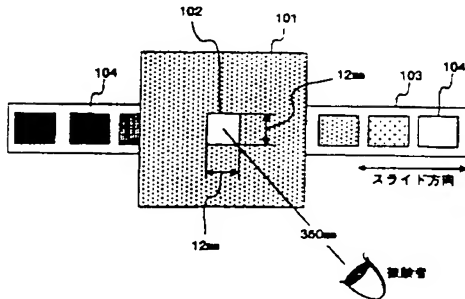
700, 800 無彩色判定装置

701 画像データ入力部

702 色彩値変換部

703 無彩色許容確率算出部

【図1】



【図3】

観察距離	360mm
観察面	100Q(a) (観察ブース机上面垂直上方隅度)
照明光源	D5C
観察視野角	2° 視野
試行回数	30回 (=15名×2)
背景温度	0.5640
被験者	15名

704 無彩色判定部

705 結果出力部

706 表示部

709 判定条件記憶部

801 座標変換部

803 逆関数算出部

1000 カラー画像形成装置

1001 感光体

1006 レーザ書込ユニット

10 1007 多色現像装置

1009 ポリゴンモータ

1100 画像処理部

1101 画像入力部

1106 色相出力部

1107 無彩色判定部

1108 色調整部

1112 補正部

1116 条件入力部

1300 カラー画像形成装置

20 1301 評価用画像データ記憶部

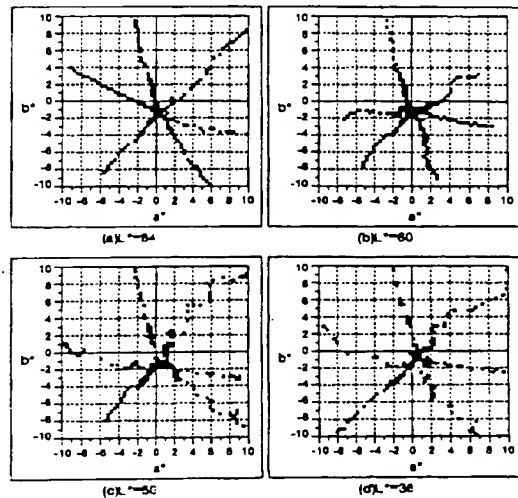
1302 グレーバランス調整部

$L^*$  明度指数 (明度)

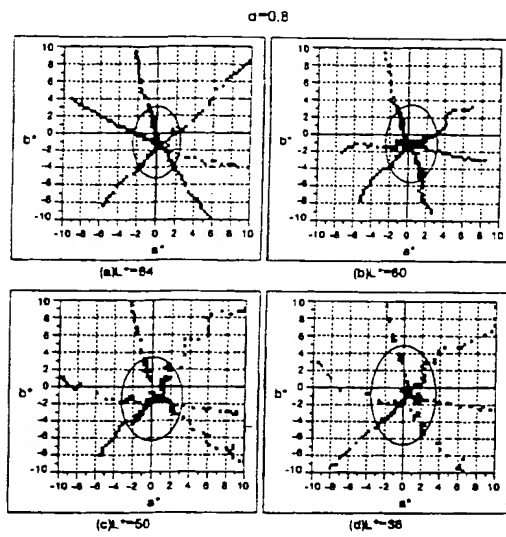
$a^*$ ,  $b^*$  色質指数 (色度値)

$P$  無彩色許容確率

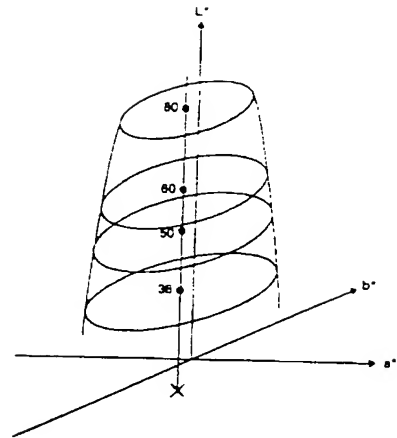
【図2】



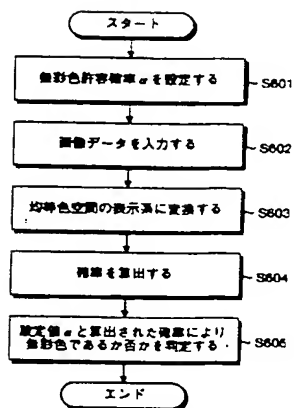
【図4】



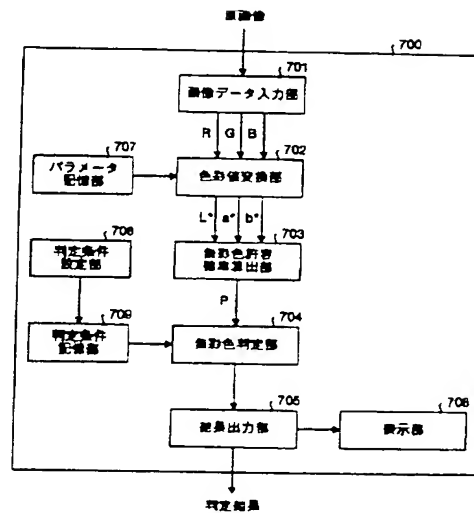
【図5】



【図6】

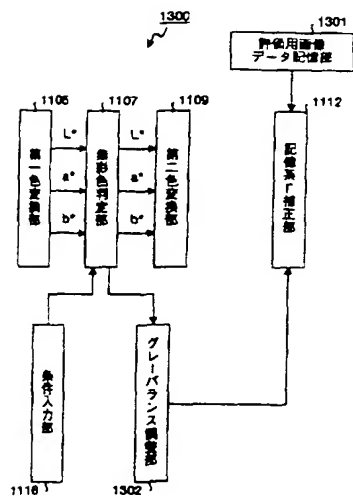
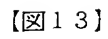


【図7】





119C



## フロントページの続き

Fターム(参考) 5B057 BA02 CA01 CA02 CA08 CB01  
CB02 CB08 CB12 CB18 CC01  
CE16 CE18 CH01  
5C077 LL11 MP01 MP08 PP32 PP33  
PP35 PP36 PQ12 PQ20  
5C079 HB01 HB02 HB06 HB08 HB11  
LA03 LA31 LB01 MA11 MA17  
NA03 NA29  
5L096 AA02 AA06 DA02 FA39 MA01